

## KABLO TERMİNAL ÇIKARMA APARATLARININ İLERİ TEKNOLOJİLER İLE YERLİ ÜRETİMİ

İsmet ÇELİK<sup>1</sup>, Bünyamin KAYA<sup>2</sup>, N. Çağatay ÜSTÜNDAĞ<sup>3</sup>

### ÖZET

Otomotiv sektöründe kullanılan kablo donanımlar, setler halinde hazırlanarak montaj prosesine aktarılmaktadır. Kabloların uçlarına preslenen terminaller, soketlerin içinde bulunan deliklere yerleştirilmektedirler. Soketlerin montajı sırasında terminaller, soket deliği içinde kilitleme yaparak, kabloların geri çıkmasını önlemektedirler. Özellikle kontrol işlemi sırasında, soket delikleri içerisine yanlış yerleştirilmiş kabloların soket içerisindeki doğru gözlere takılmaları için çıkartılması gerekmektedir. Bu işlemin soket deliğine ve kablo terminaline zarar vermeden yapılması gerekmektedir. Terminal çıkarma işleminde soket ve terminal tipine göre tasarlanmış ve terminal çıkarıcı adı verilen terminal çıkarma aparatları kullanılmaktadır. Bu çalışmada ithal edilen terminal çıkarıcıların, Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezi'nin alt yapısı kullanılarak, tamamen yerli kaynaklar ile üretilmesi sağlanmıştır. Plastik terminal çıkarıcı parçaları plastik parça üreten üç boyutlu yazıcı ile imal edilmişlerdir. Metal terminal parçaların prototipleri ise metal üç boyutlu yazıcı ile imal edilmişlerdir. Kullanım testlerini geçen metal parçalar ise daha ucuz olması nedeniyle tel elektro erozyon tezgahı ile imatları yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Otomobil kablo üretimi, üç boyutlu yazıcı, WEDM, tasarım, imalat

### ABSTRACT

Cable equipment used in the automotive sector is prepared in sets and transferred to the assembly process. Terminals pressed to the ends of the cables are inserted into the holes in the sockets. When mounting the sockets, the terminals lock in the socket hole to prevent the cables from returning. During the inspection process, incorrectly placed cables in the socket holes must be removed to fit into the correct receptacles in the socket. This operation must be done without damaging the socket hole and the cable terminal. The terminal extraction system uses terminal extraction devices which are designed according to socket type and terminal type and called "Terminal çıkarıcı". In this study, we imported ourselves, using the substructure of Dumlupınar University Advanced Technology Center, to produce with completely national resources. The plastic terminal extractor parts are manufactured with a three-dimensional printer that produces plastic parts. Prototypes of metal terminal parts are manufactured with three-dimensional metal printer. The metal parts passing the usage tests are made with wire electroerosion machine because it is cheaper.

<sup>1</sup> Doç.Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 43270, Kütahya, e-mail: [ismet.celik@dpu.edu.tr](mailto:ismet.celik@dpu.edu.tr)

<sup>2</sup> Elektrik Öğretmeni, Nursan Kablo Donanımları A.Ş. , Tasarım Bölümü, 43300, Tavşanlı-Kütahya, e-mail: [bkaya@nursankd.com](mailto:bkaya@nursankd.com)

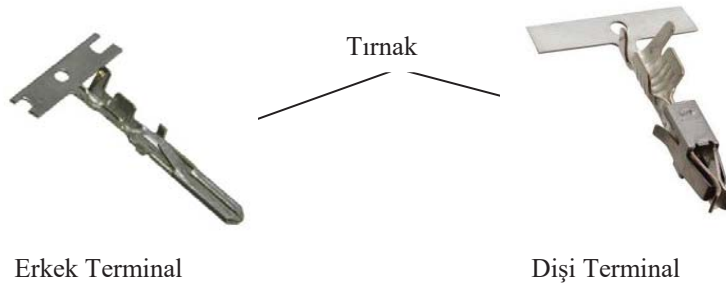
<sup>3</sup> Makine Mühendisi, Nursan Kablo Donanımları A.Ş. , Tasarım Bölümü, 43300, Tavşanlı-Kütahya, e-mail: [custundag@nursankd.com](mailto:custundag@nursankd.com)

Yazışmaların yapılacağı yazar: İsmet ÇELİK, [ismet.celik@dpu.edu.tr](mailto:ismet.celik@dpu.edu.tr)

**Keywords:** Automobile cable production, three-dimensional printer, WEDM, design, manufacturing

## 1. GİRİŞ

Binek ve ticari araçların kablo donanımlarını yapan Nursan Kablo firmasında günde ortalama 1 Milyon adedin üzerinde kablo-socket bağlantısı yapılmaktadır. Bir montaj operatörünün günde yaklaşık 6.000 adedin üzerinde socket-kablo montajı yapmakta olduğu söylenebilir. Proses içinde binlerce farklı kablunun montajı, çap, renk, çizgili ve çizgisiz olma gibi özelliklere göre, insan gözüyle tespit edilerek yapılmaktadır. Kabloların uçlarına bağlanan metal parçalara ise terminal adı verilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Kablo terminalleri

Terminaller kablolarla bağlandıktan sonra socketlerdeki deliklerine doğru delikte olacak şekilde yerleştirilirler. Yerleştirilen terminallerin socketten geri çıkmamaları için üzerlerinde tırnakları vardır. Bu tırnaklar socket içindeki deliğin kanalına otururlar ve kablo terminalinin dışarıya çıkmasını önlerler. Şekil 2' terminal socketi ve Şekil 3 'de socketlere terminalleri ile bağlanmış kablo setleri görülmektedir.



Şekil 2. Terminal ve çoklu



Şekil 3. Kablo setleri

Kablo terminallerinin socketlerindeki delik konumlarına doğru şekilde yerleştirilmeleri gerekmektedir. Ancak fabrikanın üretim hacmi ve socket yerleştirmelerinin elle yapıldığı düşünüldüğünde günde yüzlerce kablo terminali socket içinde yanlış deliğe takılabilmektedir. Her kablo socketi kontrolden geçmekte ve yanlış takılan kablo terminal, terminal çıkarıcılar ile çıkarılmakta ve doğru deliğe takılmaktadır.

Terminalin çıkartılması sırasında hem terminalin hem de soket deliğinin zarar görmemesi gerekmektedir. Bunun için kullanılan bir el aleti olan ve BİZ adı verilen el aparatları kullanılmaktadır. Şekil 4' kullanılan Terminal çıkarıcılar görülmektedir. Terminal çıkarıcıların uçları soket deliğine girecek, kablo delik ve terminale zarar vermeyecek şekilde çok ince ve hassas yapılıdır



Şekil 4. Terminal çıkarıcılar

Nursan Kablo fabrikasında kullanılan terminal çıkarıcılar Uzakdoğu ve Avrupa ülkelerinden ithal edilmekte ve genelde sapları ile birlikte tek parça olarak satın alınmaktadır. İthal edilen parçaların fabrikaya tesliminde zaman açısından problemler de yaşanabilmektedir. Bu çalışmada, terminal çıkarıcıların Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezi tasarım ve üç boyutlu yazıcılar alt yapısı kullanılarak tamamen ulusal kaynaklar ile imal edilmesi sağlanmıştır.

### 1.1. Üç Boyutlu Yazıcılar

Üç boyutlu yazıcıların tarihsel geçmişine bakıldığında, yaklaşık 100 yıl önce heykeltraşçılık ve topoğrafik model gibi faaliyetlerde kullanılmak üzere başladıkları ve günümüzde 1,5 Milyar Dolar'dan daha fazla endüstriyel yatırım yapılacak duruma geldiği görülmektedir [1]. Prototiplemede ve doğrudan fonksiyonel parça yapımında kullanılan bu yöntem ticaret, araştırma ve eğitim alanlarında önemli yenilikler getirmektedir. Bu teknolojinin temeli topoğrafya ve heykeltraşçılığa dayanır [2]. 1972'de başlayan ilk uygulamalarında bir ışın çubuğu ile toz yığıma şeklinde başlamış olan bu teknoloji günümüz ileri tasarım ve imalat alanında, mekanik parça tasarımı, proses modelleme ve kontrol, biyomedikal uygulamalar gibi bir çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Üretim serbestliği olan ve serbest imalat olarak da adlandırılan bu imalat yönteminde, üretilecek parça için herhangi bir geometri kısıtlaması yoktur. Günümüzde, 3D yazıcılarda kullanılan en yaygın malzemeler ABS, PLA, Naylon gibi plastiklerdir. Bu plastiklerden farklı olarak metal alaşımlarının, seramiklerin, ahşap, tuz, şeker ve hatta altın tozlarının da kullanıldığı görülmektedir [3]. Yapılacak araştırmalar ile daha farklı malzemelerin tozlarının kullanılması mümkün olabilir. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı katmanlı imalat teknolojileri, imalat alanında çok büyük yenilikleri ve kolaylıkları sunan, ileri imalat teknolojileridir. Katmanlı imalat teknolojileri ile ilgili dünyada yapılan çalışmalar incelendiğinde aşağıdaki çalışmalara ulaşılmıştır.

2007 yılında ABD’de Amerikan Ulusal Bilim Fonu tarafından finanse edilerek RapidTech isimli ulusal bir merkez kurulmuştur. Bu merkez 150 üniversite ve 500 şirket ile 3 boyutlu endüstriyel uygulamaları konularında çalışmalar yapmaktadır [4]. Tennessee Teknik Üniversitesi rapid prototyping laboratuvarında, rapid prototyping teknolojileri konusunda uzaktan erişimin mümkün olduğu dersler verilmektedir. Laboratuvar web tabanlı olarak hizmet vermektedir[5]. STEM kariyer seviyesi olarak adlandırılan bir çalışmada USA da lise öğrencilerine rapid prototyping teknolojilerini ve 3D dizayn tekniklerini tanıtan programlar uygulanmaktadır. 2009 yılında başlayan ve halen devam eden projede, lise öğrencilerinin bu kavramaları tanıdıkça, yüksek öğrenimlerini teknik üniversitelerde yapmayı tercih edecekleri değerlendirilmektedir[5]. Saddleback Kolejinde de benzer çalışmalar yürütülmektedir [5]. 2003 yılından itibaren katmanlı imalat teknolojileri özellikle tıp uygulamalarında kullanılmaya başlamıştır. Dental ve medikal alanda protez, implant, köprü, iskelet ve medikal laboratuvar parçalarının üretimi başarıyla gerçekleştirilmektedir. Cerrahi operasyonlar modellenenilmektedir. İmplant yapımında STL formatındaki emar verileri kullanılmaktadır [6,7,8,9].

Catalonia Teknik Üniversitesinde yapılan bir çalışmada Fuzzy sonuç çıkarma mekanizmasının kullanıldığı bir uzman sistemin katmanlı imalat sistemlerinde kullanılması ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Leuven Üniversitesi (Belçika) Makine Mühendisliği Bölümünde SLS (Selective Laser Sintering) ve SLE (Selective Laser Erosion) yöntemleriyle çalışan prototipleme cihazları ile seramik, metal ve polimer malzemelerin rekabetçi bir şekilde üretilmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Çalışma medikal implant ve mekanik parçaları içermektedir [10]. Slovenya’da Maribor Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü ve Tıp Fakültesinin işbirliği ile kemik yapılarında kullanılacak implantların tasarımı ve katmanlı imalat teknolojileri ile üretimi konusunda araştırma ve uygulama çalışmaları yapılmaktadır. STL datası CAD datasına dönüştürülmüş, CAD ortamında düzenlemeler yapılmış ve daha sonra M270 makinesinin kullanıldığı DMLS teknolojisi ile Ti6Al4V tozundan implant üretilmiştir [11].

Katmanlı imalat teknolojilerinin Türkiye’deki durumu incelendiğinde aşağıdaki tespitler yapılmıştır. 1990’lı yıllardan itibaren Türkiye’de bazı imalatçı firmalar bu teknolojileri kullanmaya başlamışlardır. 1993 yılından itibaren Arçelik firması katmanlı imalat sistemlerini kullanmaya başlamıştır. 2000 yılında birçok şirket özellikle mücevher ve kalıpcılık uygulamalarında 3D CAD yazılımlarını yoğun şekilde kullanmaya başlamıştır. Şirketler önce 2D ve 3D CAD yazılımlarını ve CNC makineleri kullanmaya başlamıştır. Daha sonra katmanlı imalat makineleri olarak 3 boyutlu yazıcılar kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye’de firma olarak 3DDT Ltd., CADEM A.Ş., 4C Ltd., Piramit, Protec, info(+)TRON, Plastosel, Yenasoft Ltd., Z Corp. Şirketleri katmanlı imalat alanında etkin faaliyet göstermektedirler. 3D teknolojilerinin yaygın olarak bulunduğu diğer yerler de üniversiteler ve teknoparklardır. ABIGEM Teknopark (Kocaeli), Dumlupınar Üniversitesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Anadolu Üniversitesi, İTÜ, Sakarya Üniversitesi, TUBİTAK Adana-USAM, Yıldız Teknik Üniversitesi ve Yeditepe Üniversitesi bu yeni teknolojilere sahip araştırma laboratuvarlarını kurma ve geliştirme durumunda olan üniversitelerdir. Sultanahmet Endüstri Meslek Lisesi’nde Z Corp ZPrinter 310 modeli mevcuttur. Mücevhercilik alanında GOLDAŞ ve Favori şirketleri; medikal uygulamalarda implant sektöründe Amerikan Hastanesi (Opr.Dr.Sacit KARADEMİR), GATA, 3DDT ve Hofmann Türk şirketlerinin çalışmaları örnek olarak verilebilir [12]. Direct Metal uygulamalarında Hofmann Turk, direct metal sinterleme metodu ile çalışan ofisini 2008 yılında açmıştır. Hofmann Türk Firması, 2008 yılında Gebze Organize Sanayi Bölgesi Teknopark’ında faaliyetine başlamıştır. LaserCusing teknolojisi ile metal prototip üretimi yapmaktadır[12].

Titanyum ve Kobalt-Krom (CoCr) metal tozları kullanılarak metal lazer sinterleme (LazerCUSING) yöntemiyle diş kronları ve köprüleri üreten bir merkez Gebze teknoparkı içinde faaliyetlerini sürdürmektedir. LazerCUSING yöntemi ile SLM (Selective Laser Melting) yöntemine benzer şekilde çalışan makine ile metal tozlarının füzyonu yapılarak 20 ve 50 µm lik katmanlarda üretim yapılmaktadır. LazerCUSING veya SLM teknolojisi fiber lazer tekniğiyle çalışmakta, mekanik özellikleri ve yoğunluğu daha iyi parçalar üretilebilmektedir[13].

Türkiye’de yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde şu tespitler yapılmıştır. ODTÜ’de yapılan bir çalışmada sinterleme aralığının, lazer gücünün ve tarama hızının polyamid olarak üretilen parçalarda etkileri incelenmiştir. Çalışmada plastik lazer sinterleme makinesi (P380) ve polyamid tozu (PA2200) kullanılmıştır. Üretilen ürün parçalar yoğunluklarına, mikro yapılarına ve gözenek boyutlarına göre karakterize edilmiştir. Parça gözenek boyutları değiştirilerek gerilme testleri uygulanmıştır. Gözenekli yapıdaki 0.7 g/cc - 0.95 g/cc yoğunluktaki ürünlerin gerilme testlerinde 20 - 45 Mpa değerler alınmıştır. Değiştirilen üç parametre ile gözeneklilik yapısının ilişkisi tanımlanmaya çalışılmıştır[14].

İTÜ’nün tersine mühendislik laboratuvarında anten açma mekanizması ve düşey rüzgar türbini parçalarının modellenmesinde katmanlı imalat sistemleri kullanılmaktadır. Katmanlı imalat makineleri, rüzgar türbini parçalarının modellerini üretmek için yaygın şekilde kullanılmaktadır. Cube Sattelite (CubeSat) adı verilen anten açma sisteminin optimum formunu modellemek için de bu imalat teknolojisinden yararlanılmaktadır. Oluşturulan plastik modeller sayesinde gerçek metal mekanizma üretilmeden test amaçlı bu ürünler üretilmektedir[15].

İTÜ’de yürütülen ve 106M053 no’lu TÜBİTAK projesince desteklenen çalışmada, bir hastadan alınan verilerin CAD ortamında düzenlenerek çene kemiği gibi kemik yapılarının katmanlı imalat teknolojileri ile üretilmesi gerçekleştirilmektedir[16]. Akdeniz Üniversitesi ile Lancaster Üniversitesi’nin ortaklaşa yaptıkları bir çalışmada katmanlı imalat teknolojileriyle üretilen parçaların termal ve mekanik gerilme analizleri araştırılmaktadır [17].

## **1.2. Tel Erozyonla İmalat Makinesi (WEDM-Wire Electro Erosion Discharge Machining)**

Tel erozyonla imalat yönteminde (WEDM), dielektrik sıvı ortamında elektriksel kutuplara bağlanan tel elektrot ve iş parçası arasında oluşan, elektriksel boşalmalarla yüksek bir sıcaklık meydana gelmekte ve yerel olarak metali eriterek kesme işlemi yapılmaktadır [18]. Bu tezgahlarda genellikle çapı 0,05-0,4 mm arasında değişen pirinç, molibden, tungsten ve bakır tel kullanılmaktadır. Günümüzde tel erozyon teknolojisi, üretim mühendisliği alanında önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Bu tezgahlar sanayide yapımı zor veya karmaşık olan birçok iş parçasının oldukça düşük yüzey pürüzlülüğünde üretilmesinde kolaylık sağlamaktadır [19]

Bu çalışmada katmanlı imalat teknolojileri ve WEDM teknolojileri kullanılarak terminal çıkarıcıların üretilmesi açıklanmıştır.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMA**

Bu çalışmada Uzakdoğu ve Avrupa ülkelerinden ithal edilen ve binek, hafif ticari ve ticari araçlar için kablo donanım üretim firmasında yoğun şekilde kullanılan kablo terminal çıkarma

aparatarının (terminal çıkarıcı) yeniden tasarımı ve imalatı yapılarak Türkiye'de imal edilmesi amaçlanmış ve başarılmıştır.

Kablo donanım için kullanılan soketlerin delikleri kullanıldığı yer ve görevlerine göre şekilsel ve sayısal olarak değişkenlik göstermektedir. Soketlerde bulunan göz sayısı 1'den başlayarak 100-200 aralığına kadar çıkabilmektedir (Şekil 5).

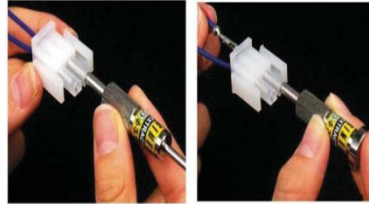
Fabrikada günlük ortalama 1 Milyon adedin üzerinde kablo-soket bağlantısı yapılmakta iken bir montaj operatörünün günde yaklaşık 6.000 adedin üzerinde soket-kablo montajı yapmakta olduğu söylenebilir. Proses içinde 1000'lerce farklı kablunun montajı, çap, renk, çizgili ve çizgisiz olma gibi özelliklere göre, insan gözüyle tespit edilerek yapılmaktadır. Çok sayıda kablunun gözle ayarlanarak soketlere takılması sırasında kablo uçlarının yanlış takılması sıklıkla oluşmaktadır.



Şekil 5. Tek gözlü ve 105 gözlü soket örnekleri

Soketlere takılan kablolar kablo kontrol kısmında incelenmekte ve soket deliklerine yanlış yerleştirilen kablo terminalleri ile yoğun şekilde karşılaşmaktadır. Bu durumda Terminal çıkarıcı adı verilen terminal çıkarıcılar ile kablo ve soket deliğine zarar vermeden Şekil 6'da görüldüğü terminal çıkarılmakta ve doğru olan deliğe takılmaktadır.

Fabrikada soket ve terminal tiplerine bağlı olarak yaklaşık 70-80 terminal çıkarıcı çeşidi bulunmaktadır (Şekil 4).

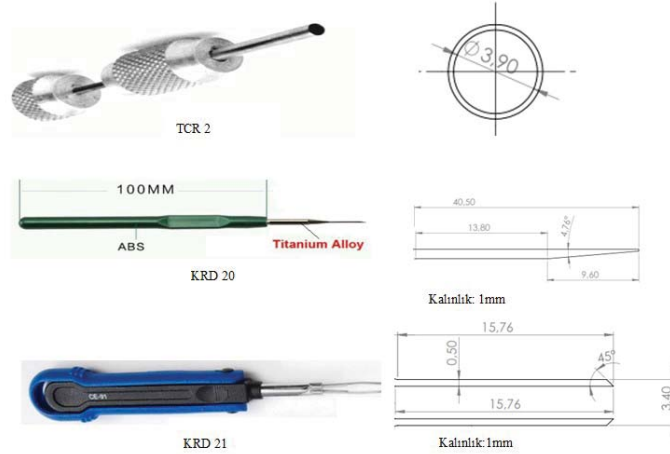


Şekil 6. Kablo terminalinin soket deliğinden Terminal Çıkarıcı ile çıkarılması

Soket ve terminal yapısına bağlı olarak geliştirilen terminal çıkarıcılar çok ince uçlu aletlerdir. El ile kullanıldığından uçları sık sık kırılmakta ve değiştirilmeleri gerekmektedir. Yoğun kullanılan terminal çıkarıcıların ayda 50 - 60 adet, az kullanılanların ise ayda 10-20 adet, uç kırılmaları yada aşınmaları nedeniyle yenilenmeleri gerekmektedir. Kırılma hasarı daha çok görülmektedir. Kırılan ve aşınan terminal çıkarıcılar, 14 \$ - 31\$ arasında değişen fiyatlarda Uzakdoğu ve Avrupa ülkelerinden ithal edilmektedir. İthal edilen bu terminal çıkarıcılar genelde komple metal olarak, sapları ile birlikte satın alınmaktadır. Şekil 7'de



fabrikada çok kullanılan ve üzerinde çalışılan TCR2, KRD20 ve KRD21 kodlu terminal çıkarıcılar gösterilmiştir.



Şekil 7. Fabrikada çok kullanılan ve üzerinde çalışılan terminal çıkarıcılar ve uç detayları

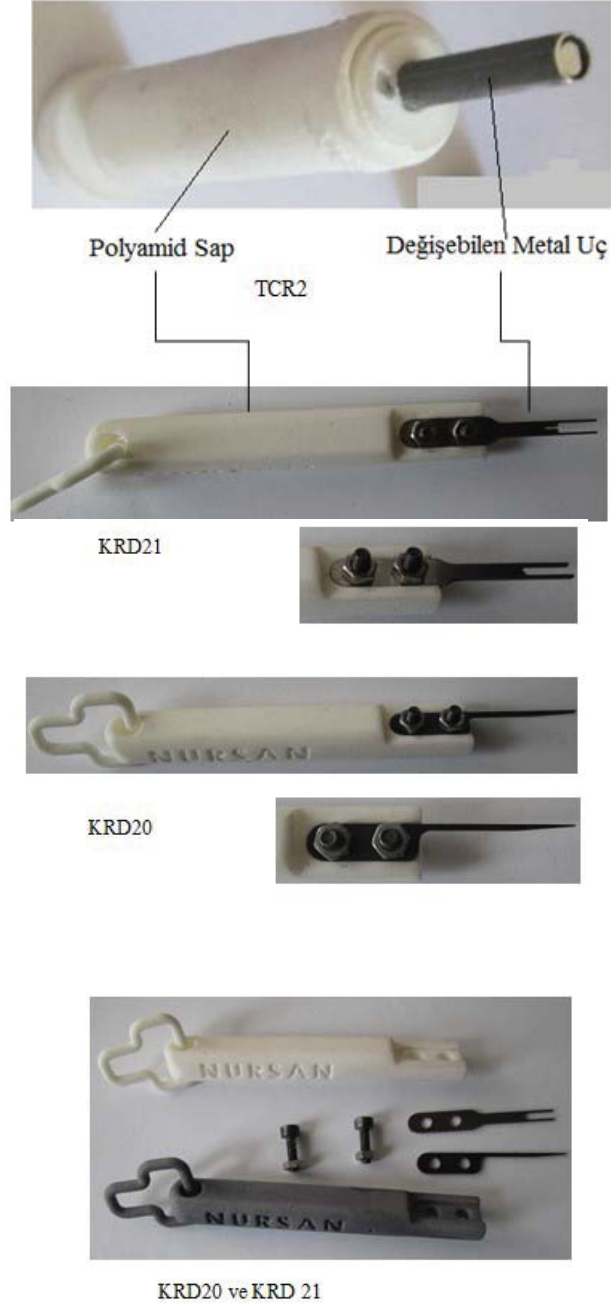
Yapılan çalışmada bütün terminal çıkarıcıların sadece aşınan ve kırılan ince uç kısımlarının metal, sap kısımlarının ise plastik olarak yapılması amaçlanmıştır ve bu düşünce ile yeni tasarımları yapılmıştır. Bu sayede sadece uç kısımlar değişmiş, sap kısımları bir defa satın alınmak suretiyle terminal çıkarıcı maliyetleri düşürülmüştür. Şekil 8’de yeni tasarlanan terminal çıkarıcılar görülmektedir.

Terminal çıkarıcıların tasarımında ve imalatında Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezi Tersine Mühendislik ve Üç Boyutlu Yazıcılar birimiyle işbirliği yapılmıştır. Aparatların sap kısımları plastik lazer üç boyutlu yazıcı polyamid plastikten, metal uç kısımların prototipleri metal lazer üç boyutlu yazıcı metalden (CrCo) yapılmıştır. Prototipleri uygun bulunan metal uçların seri üretimi ise tel elektro erozyon (KRD20 ve 21), TCR2 ise CNC torna da yaptırılmıştır. Bu imalat yöntemleriyle imal edilen sapların ve metal uçların maliyetleri Tablo 1’de verilmiştir. edilmiştir.

Tablo 1. Terminal çıkarıcıların İthal ve Yerli İmalat fiyatları

Terminal Çıkarıcı Kodu	İthal Fiyatı (\$)	Sap	DPÜ İtem Tabanlı Fiyatı (TL)				Açıklama
			İmalat Yöntemi	Uç	İmalat Yöntemi	Toplam	
TCR 2	31	20	3D Yazıcı	20	CNC Torna	20	DPÜ tabanlı ulusal hesaplamada sap fiyatları dikkate alınmamaktadır. Çünkü saplar sürekli kullanılmakta, sadece uçlar değişmektedir
KRD20	14	10	3D Yazıcı	10	WEDM	10	
KRD1	14	10	3D Yazıcı	10	WEDM	10	

Not: İthal fiyatları Nursan Kablo Donanım A.Ş.’den, DPÜ fiyatları DPÜ İtem biriminden alınmıştır.



Şekil 8. Yeni tasarlanan ve imal edilen terminal çıkarıcılar

DPÜ İltem üç boyutlu yazıcıları, tel elektro erozyon tezgahı ve CNC torna ile üretilen terminal çıkarıcılar, hem daha ucuz imal edilmiş hem de sap kısımları plastikten yapıldıkları için daha hafif bir yapı imal edilmiştir. Bu sayede elle kullanılmaları sırasında daha kullanışlı bir el aparatı ortaya çıkmıştır.



Soket ve terminal yapısına bağlı olarak geliştirilen terminal çıkarıcılar çok ince uçlu aletlerdir. El ile kullanıldığından uçları sık sık kırılmakta ve değiştirilmeleri gerekmektedir. Şekil 9’da kullanılamaz hale gelmiş terminal çıkarıcı uçları örnekleri görülmektedir. Kırılan bu uçlar vidalarından sökülerek sapından ayrılmakta ve daha ucuza mal edilen yeni uç sapa tekrar bağlanabilmektedir. Çok kullanılan terminal çıkarıcıların bazılarının uçları 60 kez kırılmakta ve değiştirilmektedir. Örneğin KRD20 ve 21 kodlu çıkarıcıların her birisinin aylık 60 defa değişiminde 2500 TL’yi bulan, değiştirmeden kaynaklı, maliyet azalması sağlanmıştır.



Şekil 9. Kırılan/deforme olan terminal çıkarıcı uçları

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Kablo Donanım üretimi yapan fabrikada yoğun şekilde kullanılan terminal çıkarıcı tasarımında ve imalatında Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezi Tersine Mühendislik ve Üç Boyutlu Yazıcılar Birimiyle işbirliği yapılmış ve yerli kaynaklar ile yeni terminal çıkartma aparatları geliştirilmiştir. Bu aparatlar fabrikada da başarılı şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Aparatların sap kısımları plastik lazer üç boyutlu yazıcı plastikten, bazı metal uç kısımlar metal lazer üç boyutlu yazıcı metalden ve birçoğu da daha ucuz olacağı için tel elektro erozyon ile yaptırılmıştır. Bu imalat yöntemleriyle metal uçların maliyetleri yaklaşık 14 \$ - 31\$ arasında değişen fiyatlardan 10-20 TL ye indirilmiştir. 10-20 TL ye de saplar imal edilmişlerdir, ancak saplar bir adet yaptırılıp sürekli kullanılacakları için maliyete etkileri çok azdır. Bu çalışma sonunda terminal çıkartma aparatlarının tamamen yerli kaynaklar ile daha ucuz, daha hafif ve kullanımı daha kolay olan tasarımları ve imatları gerçekleştirilmiş ve sadece bir tip (KRD20) terminal çıkarıcı değişiminden aylık 2500 TL tasarruf sağlanmıştır.

### TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmalarında Dumlupınar Üniversitesi İleri Teknolojiler Merkezi (İLTEM) Tersine Mühendislik ve Üç Boyutlu Yazıcılar Birimi'nin alt yapısında bulunan SLS Formiga P110 plastik üç boyutlu yazıcıyı ve DMLS M270 Metal Üç boyutlu yazıcıyı kullanmışlardır. İLTEM'e ve personeline teşekkürlerini sunarlar.

#### 4. KAYNAKLAR

- [1] Wohlers, T., 2009, Wohler's report 2009, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 1-3.
- [2] David, L.B., Joseph J.B.J., Ming C.L. and David W.R., 2009, brief history of additive manufacturing and the 2009 roadmap for additive manufacturing: looking back and looking ahead, US-TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 5-11
- [3] Rayna T., Striukova, L., 2016. From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation. *Technological Forecasting & Social Change* 102, 214-224
- [4] Patton, W.,K., 2009, Connecting Education and Industry Through Rapid Technologies, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 17-21
- [5] Fidan, İ. & Işık, B., 2009, Rapid Prototyping-Distance Delivery Tools, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 31-36.
- [6] Winder, J. and Bibb, R., 2005, Medical rapid prototyping technologies: state of the art and current limitations for application in oral and maxillofacial surgery, *J Oral Maxillofac Surg.*, 63, 1006-1015
- [7] Sannomiya, E.K., Silva, J.V., Brito, A.A., Saez, D.M., Angelieri, F, and Dalben, G.S., 2008, Surgical planning for resection of an ameloblastoma and reconstruction of the mandible using a selective laser sintering 3D biomodel, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 106, 36-40
- [8] Pelo, S., Tassiello, S., Boniello, R., Gasparini, G. And Longobardi, G., 2006, A new method for assessment of craniofacial malformations, *J. Craniofac Surg*, 1035-1039, ISSN 1049-2275
- [9] Muhammad, E.H., 2011, Advanced applications of rapid prototyping technology in modern engineering, Published by InTech, Janeza Trdine, 9, 51000 Rijeka, Croatia, ISBN 978-953-307-698-0
- [10] Munguia, J. & Remova, C.R., 2009, An Educational Tool for RM Feasibility Evaluation, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 53-58
- [11] Drstvensek, I., Valentan, B., Brajlilih, T., Strojnik, T., Ihan, H.N., 2009, Direct digital manufacturing as communication and implantation tool in medicine, US-TURKEY Workshop On Rapid Technologies,75-81
- [12] Negis, E., 2009, A short history and applications of 3d printing technologies in Turkey, US-TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 23-36
- [13] Sinirlioglu,M.C., 2007, M2Cusing: Production of Aluminium and Titanium Parts via LaserCUSING, LANE 5, Erlangen, Germany,505-516

- [14] Erdal, M., Dağ,S.,Jande, Y.A.C., Tekin,M.C., 2009, Production and Characterization of Uniform and Graded Porous Polyamide Structures Using Selective Laser Sintering, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 43-50
- [15] Aslan, A.R., 2009, Rapid Prototype Studies and Applications in İTÜ – FAA, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 27-30
- [16] Ergun, C., Toru, R.S., Bahadır, A., Yılmaz, S., Basa, S., 2009, Customized Scaffold Fabrication with Solid Free Form Technique, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 51-52
- [17] Celik, H.K., Tan, Y.S., Seviour, R., Rennie, A.E.W., 2009, Effect of Thermal and Mechanical Deformation of Metamaterial FDM Components, US – TURKEY Workshop On Rapid Technologies, 83-88
- [18] Prohazska, j., Mamalis, A. G., Vaxevanidis, N. M., 1996, The Effect of Electrode Material on Machinability in Wire Electro Discharge Machining, Journal of Materials Processing Technology, 69, 233-237
- [19] Haşçalık, A., Çaydaş, U., 2003, Tel erozyon ile işlemede kesme parametrelerinin mikroyapı ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi., Fırat Üniversitesi Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi, 3, 118-121